

Simulation einer Montageanlage: Untersuchung von Verteilregeln an parallelen Stationen

(USK Karl Utz Sondermaschinen GmbH)

Für den Aufbau von Montageanlagen hat die Firma USK ein modulares Anlagenkonzept basierend auf dem Transferprinzip Gurtbandförderer der Firma Bosch-Rexroth entwickelt (System21). Dabei werden die Objekte auf Werkstückträgern transportiert. Als Beispiel ist in Abbildung 1 eine Anlage zur Montage von Einspritzventilen dargestellt. Die Anlagen besitzen einen Hauptumlauf, an welchem die Stationen in Form von Nebenschlüssen angeordnet sind. Üblicherweise durchlaufen die Montageobjekte (auf den WT's) alle Nebenschlüsse (Stationen) in sequentieller Form. Fehlerhafte Teile (NIO) werden an den nachfolgenden Stationen nicht mehr bearbeitet d.h. an nachfolgenden Stationen vorbei transportiert.

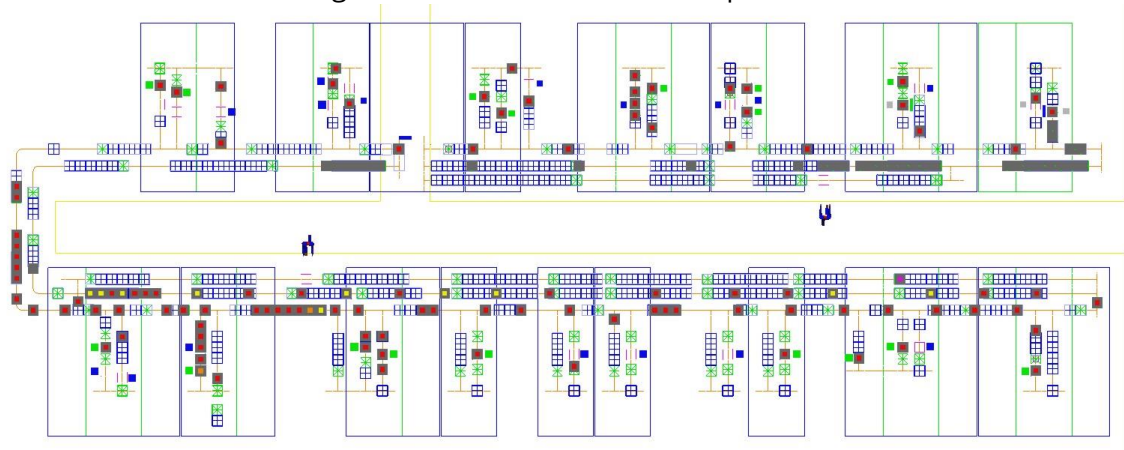


Abbildung 1: Beispielanlage der Firma USK

Falls die Prozessinhalte einer Station länger als die notwendige Taktzeit dauern, muss die Station vervielfacht werden, um die Taktzeit durch parallel arbeitende Stationen zu erreichen. In der in Abbildung 1 dargestellten Anlage musste eine Station vervielfacht werden, um die Taktzeit zu erreichen. Für das Verteilen der ankommenden WT auf die 5 Stationen können verschiedene Regeln angewandt werden.

Mit Hilfe einer Simulationsstudie soll für eine Anlage mit 5 parallelen Stationen untersucht werden, welche Verteilregel besonders günstig für den Durchsatz ist und unter welchen Randbedingungen die Verteilregeln sich bezogen auf den Durchsatz unterscheiden.

Für die Simulationsstudie wird ein vorbereitetes Simulationsmodell zur Verfügung gestellt. In Abbildung 2 ist das Layout des Modells dargestellt.

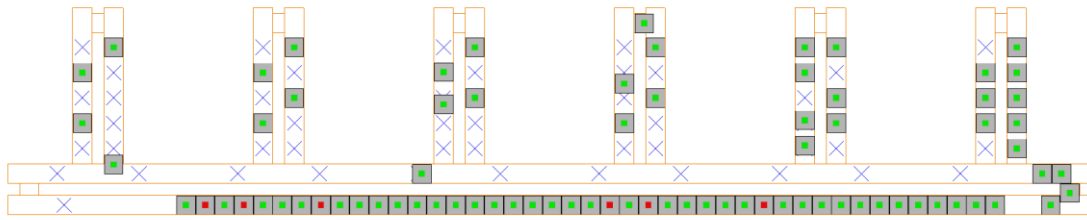


Abbildung 2: Layout des vorgegebenen Modells

In dem vorgegebenen Modell wurde folgendes bereits implementiert:

Die Anlage besitzt 6 Nebenschlüsse und einen Hauptumlauf.

Die Werkstückträger haben die Abmessungen 160 x 160 mm. Die Transportgeschwindigkeit beträgt 12 m/min. Die Beschleunigung 0,3 m/s².

Der Aufbau der eigentlichen Stationen (Nebenschlüsse) ist schon einheitlich realisiert. Jeder Nebenschluss besteht aus:

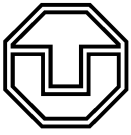
Staustraße für zwei WT / 1. Arbeitsposition / Staustraße für einen WT / 2. Arbeitsposition / Querumsetzung / Staustraße für einen WT / 3. Arbeitsposition / Staustraße für einen WT / 4. Arbeitsposition / Staustraße für einen WT

Offene Punkte sind noch:

- In dem vorbereiteten Modell durchlaufen die WT alle Nebenschlüsse nacheinander. Dieses Prinzip muss umgebaut werden, so dass eine Station (Station 1) von allen WT's durchlaufen wird und von dort aus zu einer der 5 parallelen Stationen (Stationen 2.X) geschickt werden.
- Die Bearbeitungszeiten müssen so angepasst werden, dass die Stationen 2.X mit der fünffachen Taktzeit von Station 1 arbeiten.
- Die nachfolgend beschriebenen Verteilregeln müssen im Modell implementiert werden, so dass diese über eine Variable anwählbar sind.

Für das Verteilen der WT auf die Stationen sind folgende verschiedene Verteilregeln möglich:

- a) Gleichverteilung der WT auf die einzelnen Stationen (1.WT→Station2.1, 2. WT → Station 2.2 usw.) und Abweisen bei Rückstau in den Umlauf, so dass der WT die gleiche Station wieder anfährt.
- b) Gleichverteilung der WT auf die einzelnen Stationen, aber in umgekehrter Reihenfolge (1.WT→Station2.5, 2. WT → Station 2.4 usw.) und Abweisen bei Rückstau in den Umlauf, so dass der WT die gleiche Station wieder anfährt.
- c) Überlaufprinzip: Die WT's werden auf die erste Station (Station 2.1) geschickt. Ist diese voll, werden sie zur nächsten Station geschickt usw. Erst bei Abweisen an der letzten Station werden sie in den Umlauf geschickt und damit erneut zur ersten Station verwiesen.
- d) Kombination aus Gleichverteilung und Überlauf. Die WT's werden gleichverteilt. Bei Rückstau werden sie zur nächsten Station verwiesen. Erst die letzte Station verweist WT's in den Umlauf zur ersten Station.



Da die Randbedingungen entscheidend sind für die Unterscheidung der Varianten sollen folgende Bedingungen implementiert werden:

- Alle Stationtaktzeiten werden einheitlich über eine Variable vorgegeben. Die Taktzeit der Station 1 wird zusätzlich über einen Faktor (Balance-Faktor) verstellt, so dass diese schneller oder langsamer laufen kann und damit der Engpass in der Anlage verschoben wird.
- Die Taktzeiten sollen generell normalverteilt sein. Die Standardabweichung soll ebenfalls über eine Variable zentral einstellbar sein.
- An jeder Station können Fehler entstehen. Die Produkte sind in diesem Fall als NIO-Teile an den Stationen vorbeizuschleusen. Um diesen Fall mit abzubilden, soll nur die Station 1 NIO-Teile mit einem variablen Anteil erzeugen.
- Das Herunternehmen der IO- und NIO-Teile soll zeitlos im Rücklauf vorgenommen werden.

Für den Vergleich der Verteilregel ist die Anlage mit den verschiedenen Regeln zu testen, wobei die Parameter

- Taktzeit
- Taktzeitverteilung
- Balance-Faktor
- NIO-Anteil

zu variieren sind, um zu erkennen, unter welchen Bedingungen welche Variante günstiger ist.

Arbeitsschritte:

1. Vervollständigen Sie das Ausgangsmodell bezüglich der offenen Punkte und entwickeln Sie es zu einem experimentierfähigen Modell – Experimentierfähig bedeutet dabei, dass die Modellmodifikationen (Experimentierparameter) über Variablen oder Eigenschaften der Modellelemente verstellt werden können.
2. Führen Sie die Simulationsuntersuchungen durch. Benutzen Sie dazu auch die Software AutoStat. Gehen Sie bei den Untersuchungen entsprechend dem in der Lehrveranstaltung vorgestellten Ablauf für Simulationsuntersuchungen vor.
3. Dokumentieren Sie die einzelnen Schritte Ihrer Arbeit sowie deren Ergebnisse in einem **Ergebnisbericht**. Stellen Sie sich dabei vor, dass Sie als Ingenieurbüro die Themenbearbeitung für ein Unternehmen durchgeführt haben und die Fragestellung des Unternehmens beantwortet werden soll.
Der Beleg sollte so aufgebaut sein, dass Sie den Modellaufbau kurz erläutern, ihr Vorgehen und die Experimente beschreiben und die Ergebnisse im Sinne der gestellten Aufgabe interpretieren.
4. Der **Ergebnisbericht** wird bewertet. Die Note geht mit 1/3 in die Klausurnote ein, wenn sich dadurch die Klausurnote verbessert.